4Р

УДК 551.465

О.А. Роговая, Ю.В. Береговых, Н.А. Володин
Институт информатики и искусственного интеллекта
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
Украина, 83050, г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого, 84

Распознавание типов загрязнений водного бассейна с применением корреляционного анализа

O.A. Rogovaya, Yu.V. Beregovikh, N.A. Volodin
Institute of Computer Science and Artificial Intelligence
Donetsk National Technical University, c. Donetsk
Ukraine, 83050, Donetsk, Khmelnytsky, 84

Recognition of Types of Water Basin Pollution Using the Correlation Analysis

О.О. Рогова, Ю.В. Береговиx, М.О. Володін
Інститут інформатики і штучного інтелекту
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк
Україна, 83050, м. Донецьк, пр. Б. Хмельницького, 84

Розпізнавання типів забруднень водного басейну із застосуванням кореляційного аналізу

В статье рассмотрен метод исследования информативности тестовых фигур, основанный на способе сопоставления с эталоном. Данный метод является достаточно эффективным для обнаружения и распознавания типов загрязнений водного бассейна. Решение данной задачи обосновано необходимостью автоматизировать процесс космического мониторинга водного бассейна. Анализ полученных результатов показал, что применение данного метода позволяет распознать тип загрязнения с достаточно большой вероятностью. Применение метода дает возможность проведения дальнейших исследований с целью автоматизации процесса распознавания типов загрязнения водного бассейна.
Ключевые слова: космические снимки, сопоставление с эталоном, взаимная корреляция.

In the article, the method for research of informativenessof test figures, which is based on a way of comparison to a standard, is considered. This method is rather effective for detection and recognition of types of water pool pollution. The solution of this task is proved by need to automate the process of space monitoring of the water pool. The analysis of the obtained results showed that application of this method allows distinguishing the pollution type with rather high probability. Application of the method of comparison to a standard gives the chance for carrying out further researches for the purpose of automation of process of recognition of types of water pool pollution.
Key words: space pictures, comparison to a standard, mutual correlation.

У статті розглянуто метод дослідження інформативності тестових фігур, який ґрунтується на способі зіставлення з еталоном. Даний метод є достатньо ефективним для виявлення і розпізнавання типів забруднень водного басейну. Рішення даної задачі обґрунтовано необхідністю автоматизувати процес космічного моніторингу водного басейну. Аналіз отриманих результатів показав, що застосування даного методу дозволяє розпізнати тип забруднення з досить великою ймовірністю. Застосування методу дає можливість проведення подальших досліджень з метою автоматизації процесу розпізнавання типів забруднення водного басейну.
Ключові слова: космічні знімки, зіставлення з еталоном, взаємна кореляція.

Введение

Проблема охраны окружающей среды является одной из важных задач науки, интерес к которой возрастает в связи с темпами технического прогресса во всем мире. На данном этапе развития цивилизации невозможно избежать выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и воду, однако в случае разумного использования природных ресурсов можно обеспечить безопасный уровень воздействия на атмосферу [1, с. 208-209]. Основными факторами антропогенного загрязнения водного бассейна являются: речной сток; береговой сток; абразия берегов; разливы нефти и нефтепродуктов разного происхождения. В первую очередь, интенсивному загрязнению подвергаются прибрежные воды. Для повышения эффективности мониторинга их экологического состояния необходимо быстро и эффективно определять тип загрязнений, а также их генезис и следствия [2, с. 163-164]. Возможность контроля окружающей среды открыли средства дистанционного зондирования, устанавливаемые на самолетах и орбитальных спутниках Земли. Космические средства дистанционного зондирования Земли, при контроле состояния водных объектов, позволяют выявить источники и состав загрязняющих веществ, определить степень загрязнения различных участков объекта и динамику загрязнения во времени. Изображения земной поверхности, полученные с различных высот, безгранично расширяют поле зрения исследователя.

Целью исследования является разработка метода исследования информативности тестовых фигур, который основывается на способе сопоставления с эталоном. Объектом исследования являются космические снимки загрязненных участков водного бассейна.

Исследование информативности тестовых фигур с применением метода сопоставления с эталоном

При обработке космических снимков оптического диапазона для задач мониторинга оказывается недостаточным применение только естественных дешифровочных признаков, к которым принадлежат спектрально-яркостные характеристики, форма выделенного пятна, его текстура и динамика изменения контуров пятна по времени [3, с. 171-173]. Все эти признаки систематизированы и описаны словесно [4, с. 231], и поэтому заключение о природе аномального пятна на водной поверхности в большей степени зависит от опыта оператора, который проводит обработку космических снимков. В связи с этим для более эффективного определения типа загрязнения по материалам космических съемок необходима разработка искусственных дешифровочных признаков, сформированных в процессе обработки снимков. Для выделения искусственных дешифровочных признаков используется естественный дешифровочный признак – форма пятна, выделенного на водной поверхности аномального явления.

Один из основных способов обнаружения объектов на изображении состоит в сопоставлении с эталоном [5, с. 480]. При этом эталон интересующего нас объекта сравнивается со всеми неизвестными объектами, находящимися на изображении. Если сходство между неизвестным объектом и эталоном достаточно велико, то этот объект помечается как соответствующий эталонному объекту. Полное совпадение эталона с какой-либо частью изображения бывает редко из-за действия шумов и искажений, вызванных пространственной дискретизацией и квантованием яркости, а также вследствие отсутствия априорной информации относительно точной формы и струк-

туры объекта, который требуется обнаружить. Поэтому обычно с помощью некоторой конкретной меры различия $D(m,n)$ между эталоном и изображением в точке (m,n) указывают на наличие выделенного объекта там, где это различие меньше некоторого установленного порога $L_D(m,n)$. Обычно в качестве меры различия берется средне-квадратическая ошибка, определяемая как

$$D(m,n)=\sum_j \sum_k \left[F(j,k)-T(j-m,k-n)\right]^2, \qquad (1)$$

где $F(j,k)$ – элемент массива изображения, на котором производится поиск, а $T(j,k)$ – элемент эталонного массива. Считается, что имеется сходство с эталоном в точке с координатами (m,n), если

$$D(m,n)\prec L_D(m,n). \qquad (2)$$

В работе [5] равенство (2) представлено в следующем виде:

$$D(m,n)=D_1(m,n)-2D_2(m,n)+D_3(m,n), \qquad (3)$$

где

$$D_1(m,n)=\sum_j \sum_k \left[F(j,k)\right]^2, \qquad (4)$$

$$D_2(m,n)=\sum_j \sum_k F(j,k)T(j-m,k-n), (5)$$

$$D_3(m,n)=\sum_j \sum_k \left[T(j-m,k-n)\right]^2. \qquad (6)$$

Слагаемое $D_3(m,n)$ – это энергия эталона, которая постоянна и не зависит от координат. Второе слагаемое – взаимная корреляция $R_{FT}(m,n)$ изображения и эталона. При совпадении изображения и эталона взаимная корреляция должна быть велика, что приводит к малым значениям среднеквадратической ошибки.

$$\widetilde{R}_{FT}(m,n)=\frac{D_2(m,n)}{D_1(m,n)}=\frac{\sum_j \sum_k F(j,k)T(j-m,k-n)}{\sum_j \sum_k \left[F(j,k)\right]^2}. \qquad (7)$$

Считается, что сходство с эталоном имеет место, если

$$\widetilde{R}_{FT}(m,n)\succ L_R(m,n). \qquad (8)$$

В качестве примера было рассмотрено сопоставление тестовой фигуры с эталоном. В работе [4] были выделены наиболее информативные естественные дешифровочные признаки каждого типа загрязнения, характерные для водного бассейна. Все они систематизированы и описаны словесно. В соответствии с этим в качестве эталона был взят прямоугольник. На первом этапе была проведена векторизация изображения по выбранным точкам (n = 11, где n – количество точек). Далее был найден коэффициент взаимной корреляции, равный 0,87. Значение коэффициента достаточно велико, что говорит о совпадении изображения и эталона. Нормированная взаимная корреляция имеет максимальную величину, равную единице, тогда и только тогда, когда изображение в окне точно совпадает с эталоном.

Выводы

В данной работе предложено применение метода сопоставления с эталоном для распознавания типов загрязнений. Данный метод является достаточно эффективным для обнаружения и распознавания типов загрязнений водного бассейна. Решение данной задачи обосновано необходимостью автоматизировать процесс космического мониторинга водного бассейна. Анализ полученных результатов показал, что применение данного метода позволяет распознать тип загрязнения с достаточно большой вероятностью.

Литература

1. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Марчук Г.И. – М. : Наука, 1982.
2. Красовський Г.Я. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем і прогнозу водоспоживання міст / Красовський Г.Я. – К. : Наукова думка, 2003.
3. Брук В.В. Исследование загрязнения водных объектов взвешенными веществами по материалам космических съемок : дис. канд. техн. наук / В.В. Брук. – Х., 1991.
4. Красовский Г.Я. Аэрокосмический мониторинг поверхностных вод / Красовский Г.Я. – Л. : ВНИИКАМ, 1992.
5. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. Кн. 2 / Прэтт У. ; пер. с англ. – М. : Мир, 1982.

Literatura

1. Marchuk G.I. Matematicheskoe modelirovanie v probleme okruzhayushchej sredy. Nauka. 1982. S. 208-209.
2. Krasovskij G.Ya. Infotrmacijni tehnologii kosmichnogo monitoryngy vodnyh kosistem i prognozu vodospozyvannya mist. K.: Naukova dumka. 2003. S. 163-164.
3. Bruk V.V. Issledovanie zagryazneniya vodnyh ob'ektov vzveshennymi veshchestvami po materialam kosmicheskoj c'emki. H. 1991. S. 171-173.
4. Krasovskij G.Ya. Aerokosmicheskij monitoring poverhnostnyh vod. L. VNIIKAM. 1992. S. 231.
5. Prett U. Cifrovaya obrabotka izobrazenij. M. Mir. 1982. S. 480.

RESUME

O.A. Rogovaya, Yu.V. Beregovikh, N.A. Volodin

Recognition of Types of Water Basin Pollution Using the Correlation Analysis

In the article, the method for research of informativeness of test figures, which is based on a way of comparison to a standard, is considered. This method is rather effective for detection and recognition of types of water pool pollution. The solution of this task is proved by need to automate the process of space monitoring of the water pool. To isolate the artificial interpretive signs, natural interpretive features are used. It's a form of isolated spots on the water surface of the anomalous phenomena.

This is a way to detect objects in the image, which is compared with the standard. This model is compared with all unidentified objects in the image. If the similarity between the unknown object and the standard is sufficiently large, then the object is flagged as an appropriate reference object. The complete coincidence of a reference to any part of the picture is rare because of the noise and distortion caused by the discretization and quantization of brightness, as well as due to the lack of a priori information on the exact quadratic form and structure of the object to be detected.

The analysis of the obtain results showed that application of this method allows distinguishing pollution type with rather high probability. Application of the method of comparison to a standard gives the chance for carrying out further researches for the purpose of automation of process of recognition of types of water pool pollution.

Статья поступила в редакцию 05.06.2012.